

RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN BATERAI SECARA CEPAT DAN PEMUTUS ARUS OTOMATIS DENGAN REGULATOR LM338K



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

DIMAS SETYAWAN

D 400 130 016

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN BATERAI SECARA CEPAT
DAN PEMUTUS ARUS OTOMATIS DENGAN REGULATOR LM338K**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

DIMAS SETYAWAN

D 400 130 016

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

acc 3/1-2017



Aris Budiman S.T., M.T.

NIK. 885

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN BATERAI SECARA CEPAT
DAN PEMUTUS ARUS OTOMATIS DENGAN REGULATOR LM338K**

OLEH

DIMAS SETYAWAN

D 400 130 016

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari jum'at, 03 Februari 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Aris Budiman, S.T,M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Hasyim Asy'ari, S.T,M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Umar, S.T,M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Supariono, M.T, Ph. D.

NIK. 682.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Jum'at, 03 Februari 2017

Penulis



DIMAS SETYAWAN

D 400 130 016

RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN BATERAI SECARA CEPAT DAN PEMUTUS ARUS OTOMATIS DENGAN REGULATOR LM338K

Abstrak

Zaman modern seperti ini kebutuhan manusia ingin segalanya serba cepat. Pelayanan yang cepat membuat waktu yang terbuang dapat dimanfaatkan sebaik mungkin. Begitu juga pada pengisian baterai yang berada pada kendaraan dan peralatan elektronika yang digunakan. Baterai adalah komponen yang mampu menyimpan energi listrik yang cukup lama, sehingga memiliki peran yang penting. Kebanyakan pengisi baterai yang ada saat ini memiliki waktu pengisian yang lama dan tidak mampu memutus secara otomatis, sehingga beresiko overcharge. Harga pengisian baterai yang dilengkapi pemutus juga masih relatif mahal. Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang suatu sistem pengisian baterai secara cepat dan memutus aliran arus secara otomatis. Metode pengisian yang dilakukan ialah secara cepat agar mempersingkat durasi waktu pengisian. Perancangan sistem yang dihasilkan ialah baterai charger yang terdiri dari rangkain transformator 5A step down sebagai penurun tegangan dari 220V menjadi 0 sampai 15V, diode 5A sebagai komponen penyearah arus dan tegangan, IC regulator LM338k sebagai pengendali tegangan keluaran dan TIP122 sebagai komponen pemutus arus. Dalam pengujian produk tegangan keluaran dari alat ini 12,9 Volt dan tegangan awal pada baterai adalah 10,2 Volt. Pengisian dilakukan selama 2,5 jam dan pada tiap 15 menit dilakukan pengecekan, 15 menit pertama tegangan yang dihasilkan ialah 10,7 Volt. Menit 30 dan 45 tegangan masuk konstan 0,1 Volt, menit ke 60 dan 75 hasilnya sama 11,8 Volt, menit ke 90 sampai 120 kenaikan tegangan konstan 0,1 Volt, menit ke 135 sampai 150 naik 0,2 Volt dan konstan 12,3 Volt.

Kata Kunci: Baterai, diode, lm338k, transformator, tip122.

Abstract

The modern times like this needs people want everything done quickly. Fast service makes time wasted can be utilized as best as possible. So is the battery charging is on the vehicle and electronic equipment used. Battery is a component that is capable of storing electrical energy that is quite old, so it has an important role. Most battery chargers available today have a long charging time and not be able to cut automatically, so risk of overcharge. Battery charging prices that include the breaker is still relatively expensive. This study aimed to design a battery charging system quickly and automatically cut off the flow. Testing methods which do was quickly in order to slow down the charging time duration. The resulting system design is the battery charger that consists of a string of step-down transformer 5A as lowering the voltage from 220V to 0 as 15V, diode 5A as a component of current and voltage rectifier, regulator IC LM338k as controlling the output voltage and TIP122 as a component of the circuit breaker. The output voltage of this tool 12.9 Volt and initial voltage of the battery is 10.2 Volt. Charging is done for 2.5 hours and at every 15 minutes do checks. The first 15 minutes the resulting voltage is 10.7 Volts. 30 minutes and 45 minutes of constant input voltage of 0.1 Volts, 60 minutes and 75 the result is the same 11.8 Volt, 90 to 120 minutes to hike constant voltage of 0.1 Volts, minutes to 135 to 150 rose 0.2 Volt and a constant 12.3 Volt.

Keywords: Battery, diode, lm338k, transformer, tip122

1. PENDAHULUAN

Era modern seperti ini penggunaan kendaraan bermotor sangatlah banyak misal penggunaan mobil ataupun motor yang digunakan sebagai pengantar dari suatu tempat menuju tempat lain. Kendaraan bermotor biasanya mempunyai suplay tegangan yang digunakan untuk menyalakan dinamo starter pada motor dan pada mobil digunakan untuk menyalakan audio, dinamo starter dan AC. Suplay tegangan didapat dari baterai yang berupa aki. Aki atau akumulator jenis jenis basah yaitu *lead acid batterey* adalah sebuah media penyimpanan tenaga yang mendasarkan diri pada prinsip reaksi kimia.

Saat ini biasanya para pengguna kendaraan tidak memperhatikan kinerja dari baterai pada kendaraannya sehingga terjadi kerusakan pada elektroda dari baterai tersebut. Elektroda biasanya rusak akibat dari pengisian senyawa kimia yang kurang diperhatikan untuk jenis aki basah, senyawa yang digunakan dalam baterai jenis aki ialah H_2SO_4 . Reaksi kimia untuk pengisian ialah apabila melemahnya arus listrik sehingga tidak dapat menghidupkan kendaraan, kondisi aki dapat dikembalikan pada keadaan semula dengan memberikan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arus yang terjadi saat discharging (Aurino P Adityawan, 2010).

Era modern seperti ini kebutuhan manusia sangatlah ingin segalanya serba cepat dengan kecepatan pelayanan tidak banyak waktu yang terbuang dengan begitu banyak waktu bisa dimanfaatkan sebaik mungkin. Begitu juga dengan proses pengisian atau charging dari baterai yang terlalu lama membuat waktu terbuang sia sia. Alat pengisian baterai pada umumnya terlalu lama dan tidak dapat memutus aliran arus secara otomatis pada saat baterai terisi penuh. Dengan begitu baterai harus diperhatikan perkiraan waktu dalam proses pengisian agar tidak terjadi *overcharged*.

Baterai yang terisi terlalu penuh atau *overcharged* sangatlah berbahaya. Baterai apabila saat pengisian menimbulkan suhu dan ketika terisi terlalu penuh maka suhu akan meningkat mengakibatkan *overcharged*, dimana ketika kondisi tersebut dibiarkan maka akan berakibat suhu meningkat terlalu tinggi bahkan meledaknya baterai.

Berdasarkan pemasalah tersebut, maka dalam penelitian ini merancang suatu sistem pengisian baterai yang lebih cepat dan dapat memutus aliran arus secara otomatis. Penelitian ini diharapkan dapat menciptakan charger yang aman dan optimal dengan kecepatan pengisian dan pemutus arus otomatis. Metode cepatnya dengan memberikan arus yang lebih besar pada beban. Pemutusan arus dengan menggunakan komponen diode dan TIP122.

Metode yang dilakukan ialah dengan memberikan tegangan dan arus yang tetap pada baterai. Metode ini disebut juga sebagai metode constant voltage dan current yang berarti sebenarnya

hanya menggunakan transformator step down dan rangkaian penyearah sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC untuk mengisi baterai (Mr. V. Krishnamurthy, 2014)

Transformator ialah alat elektronik yang memindahkan energi listrik dari satu sirkuit menuju sirkuit lain yang melalui konduktor induktif yang digabungkan yang dikenal dengan nama kumparan. Transformator mempunyai kumparan primer dan juga kumparan sekunder. Prinsip kerjanya ialah tegangan bolak balik yang membentangi kumparan primer menimbulkan fluk magnetik yang idealnya semua tersambung dengan kumparan sekunder. Fluk bolak balik ini menimbulkan induksi gaya gerak listrik pada kumparan sekunder. Transformator yang digunakan dalam rangkaian ini ialah transformator step down yang input tegangan 220V dan keluaran 10V-20V (Ashraf Mehbub, 2012).

Rangkaian pengontrolan tegangan menggunakan rangkaian komponen regulator lm338k yang mempunyai 3 terminal regulator tegangan positif dimana mampu dilewati arus sebesar 5A secara terus menerus dengan rating tegangan keluaran sebesar 1,2V-30V (Sonali Tribhuvan, 2014). Tegangan keluaran diatur dengan mengatur nilai resistor dan resistor variable. Cocok dengan metode yang akan dilakukan dengan memberikan tegangan yang konstan dan arus yang konstan, dimana dapat mengoptimalkan pengisian dari baterai. Lm338k saat beroperasi menimbulkan panas sama seperti pada regulator yang lain oleh sebab itu maka dipasang heatsink sebagai metode pendinginan.

Rangkaian pemutus arus menggunakan diode zener dan tip122. Tip 122 ialah power transistor darlington jenis npn yang berarti rangkaian elektronika yang terdiri dari 2 transistor biolar yang tersambung secara seri. Sambungan seperti ini dimaksudkan untuk menguatkan gain, karena proses transistor pertama akan dikuatkan oleh transistor kedua. Keunggulan dari jenis transistor ini ialah hemat ruang dibanding dengan 2 buah transistor dengan skema yang sama. Proses switching pada transistor ini ialah dengan memberikan penyulutan pada gate dari transistor yang diperoleh dari pemblokiran arus oleh diode sehingga memberikan tegangan pada gate transistor.

Tugas akhir ini ialah merancang sebuah rangkaian sistem pengisian baterai jenis aki basah yang lebih cepat dan mampu memutus arus yang masuk ke baterai ketika proses pengisian sudah terisi penuh.

2. METODE

Metodologi yang akan dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

- a. Solder
- b. Multimeter
- c. Tang kupas
- d. Mesin bor
- e. Gergaji
- f. Laptop
- g. Tenol
- h. Aki 12V-7Ah

2.1.2 Bahan

- a. Pcb polos
- b. Transformator 5A
- c. Kabel daya dan kabel pelangi
- d. Diode bridge 6A
- e. Lm338k
- f. TIP122
- g. Saklar
- h. Voltmeter digital
- i. Box

2.2 Tahapan Penelitian

1. Mengenali Masalah dan Studi Literatur

Tahap ini ialah tahap paling awal melakukan suatu penelitian dimana penulis melakukan pengenalan masalah dan pemahaman secara teoritis sistem yang akan direalisasikan dengan mengumpulkan bahan dari buku, jurnal ilmiah dan internet guna mencari topik pembahasan masalah mengenai penelitian yang akan dibuat. Studi literatur ini digunakan untuk mengenali masalah dan menyelesaikan masalah dengan metode yang berkaitan.

2. Perancangan alat

Perancangan alat ini dilakukan setelah penulis mendapatkan bahan dan data yang cukup untuk melakukan penelitian yang sesuai dengan alat yang akan dibuat. Perancangan alat ini yang pertama dilakukan ialah membuat rangkaian dalam aplikasi proteus atau eagle. Rancangan alat ini dibuat agar sesuai dengan hasil yang akan dicapai dan ditargetkan.

3. Pembuatan alat

Pembuatan alat ini dilakukan apabila alat dan bahan bahan yang diperlukan dan digunakan sudah ada sesuai dengan perancangan alat. Alat ini dibuat dengan semaksimal mungkin sesuai dengan perancangan alat agar hasil yang dicapai sesuai yang di targetkan dalam alat ini.

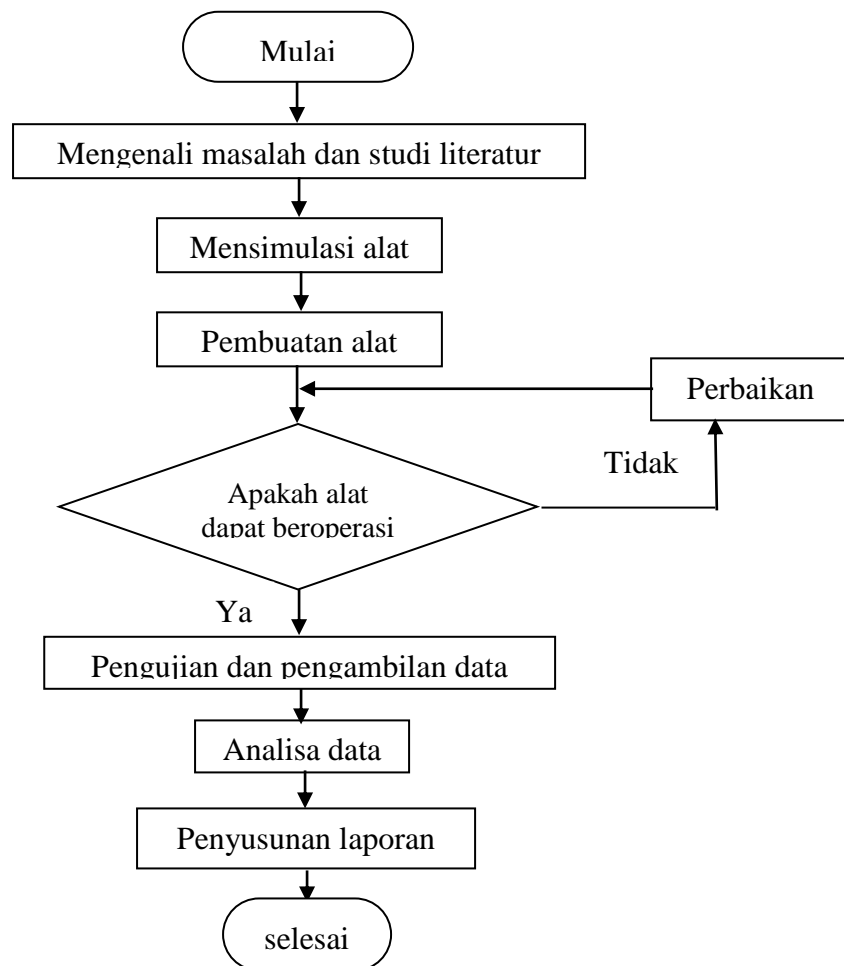
4. Pengujian alat

Pengujian alat dapat dilakukan setelah pembuatan alat sudah terselesaikan dimana pengujian alat ini dimaksudkan untuk melihat hasil alat yang telah dikerjakan. Pengujian alat ini dilakukan untuk membandingkan apakah sesuai dengan yang ditargetkan penulis inginkan dengan mengacu pada perancanagn alat. Alat ini diuji dengan mencoba keluaran tegangan dengan voltmeter atau multimeter.

5. Analiasa data Alat

Analisa data alat dapat dilakukan setelah melakukan percobaan pada alat beberapa kali dan dibandingkan dengan data yang di dapat dari studi literatur. Analisis data harus sesuai dengan data yang diambil dari percobaan alat. Tahapan percobaan ini dapat dilihat pada flowchart penelitian

2.3 Flowchart Penelitian

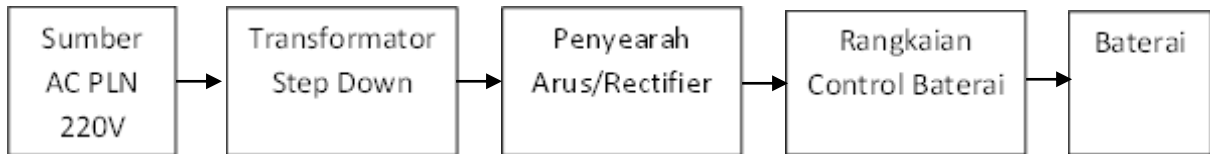


Gambar 1. Flowchart Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

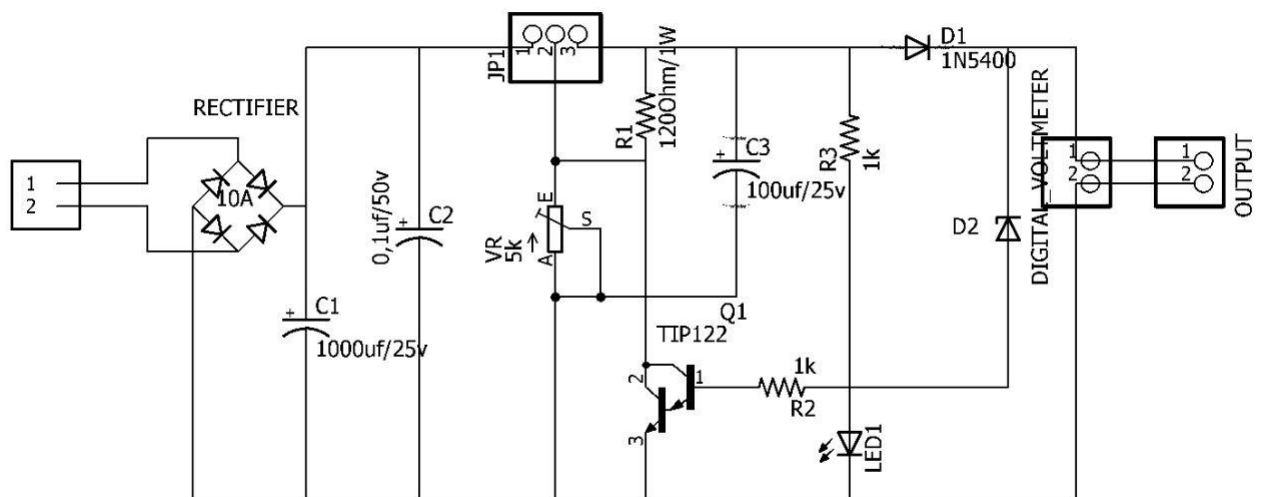
3.1 PERANCANGAN.

- a) Blok diagram pengisian baterai



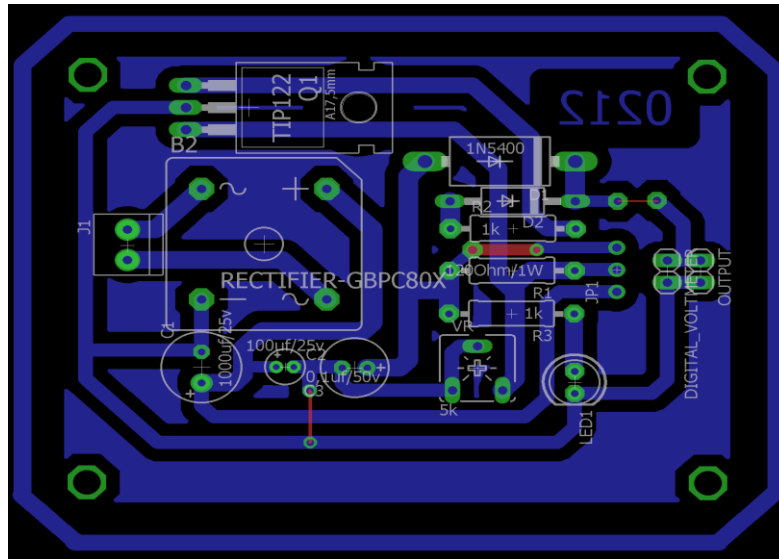
Gambar 2. Blok diagram pengisian baterai.

Blok diagram gambar 2 menunjukkan sistem pengisian dari baterai, dengan sumber PLN 220V. Listrik dari PLN 220V masuk menuju transformator step down yang berfungsi sebagai penurun tegangan dari 220V menjadi 12V. Penyearah digunakan sebagai penyearah arus dari transformator AC menjadi DC dengan menggunakan diode bridge. Tegangan keluaran penyearah berikutnya menuju rangkaian control yang terdiri dari LM338 yang berfungsi sebagai pengatur tegangan dan TIP122 sebagai pemutus arus otomatis. Baterai sebagai beban sambung setelah rangkaian control.



Gambar 3. Rangkaian skematik.

Rangkaian gambar 3 adalah rangkaian skematik dari sistem pengisian baterai secara cepat dan pemutus arus otomatis yang di simulasikan oleh Proteus 7 dan dibuat oleh aplikasi Eagle. Rangkaian menggunakan aplikasi proteus yang berfungsi untuk menyimulasikan skema elektronika sekaligus mengidentifikasi apabila terjadi kesalahan pada skema rangkaian.



Gambar 4. Rangkain Layout PCB.

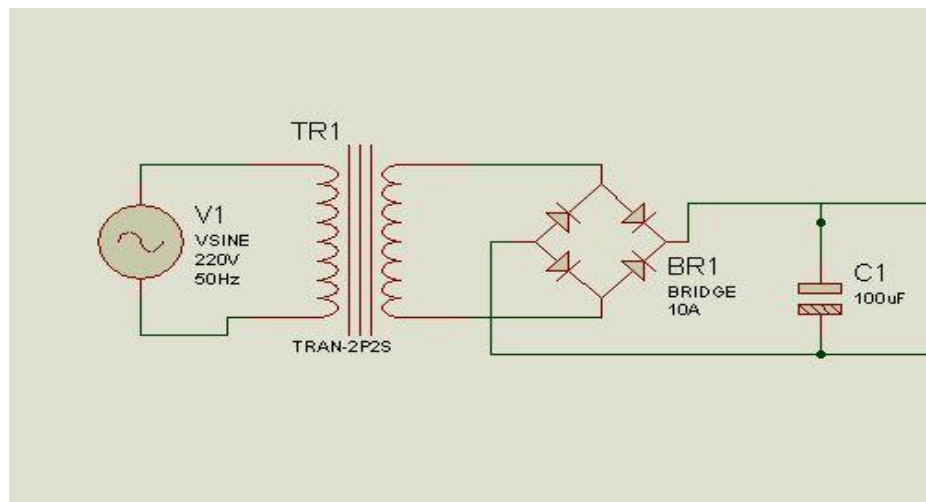
Rangkain gambar 4 adalah layout dari sistem pengisian baterai secara cepat dan pemutus arus otomatis yang dibuat oleh aplikasi eagle yang sebelumnya sudah di simulasikan oleh proteus 7. Rangkaian yang berfungsi untuk untuk meletakkan komponen-komponen menjadi suatu rangkaian elektronika. Papan pcb terbuat dari bahan pertinaks yang sudah di lapisi tembaga yang mana berfungsi untuk sebagai penghubung komponen satu dengan lainnya.



Gambar 5. Rangkain PCB dan komponen.

Rangkaian gambar 5 adalah hardware atau rangkaian yang sudah terdapat komponen diatasnya yang siap diuji coba. Proses pemasangan piranti elektronika terdapat beberapa komponen yaitu transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari PLN, penyearah arus sebagai penyearah arus AC dari transformator, LM338 sebagai regulator pengatur tegangan keluaran, TIP 122 dan diode sebagai pemutus arus otomatis.

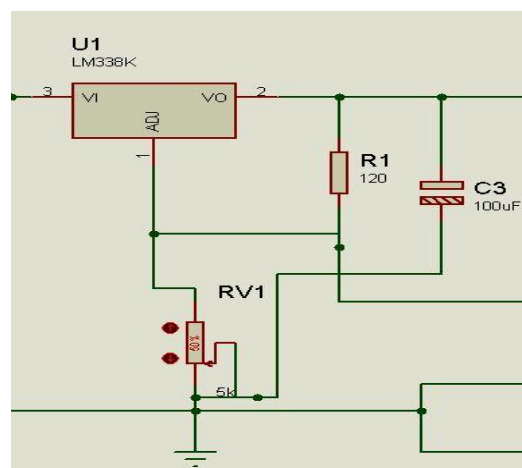
b) Rangkaian Penyearah



Gambar 6. Rangkain penyearah.

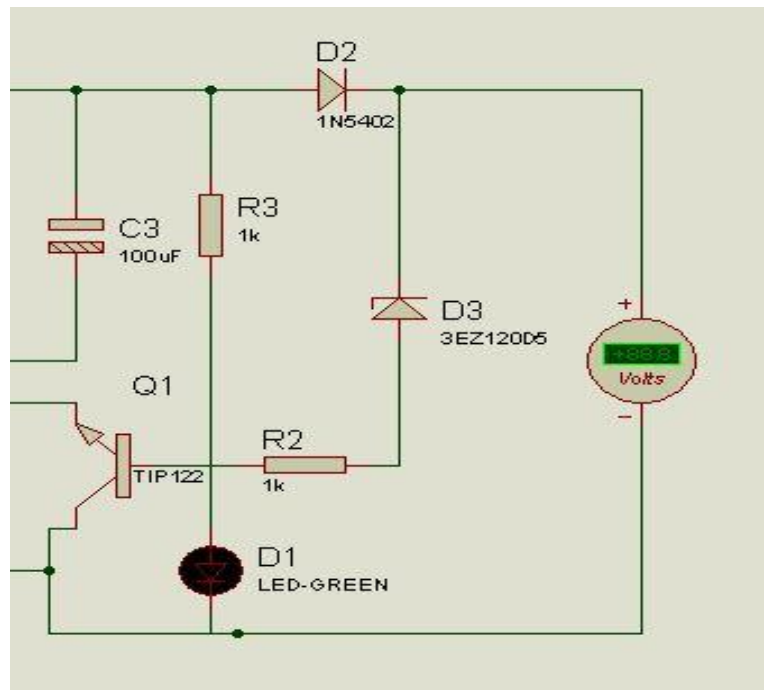
Perancangan kapasitas penyearah harus disesuaikan dengan kapasitas baterai yang terpasang, kapasitas arus harus mencukupi untuk pengisian jenis dari baterai. Penyearah yang digunakan adalah diode bridge 10A berjenis penyearah gelombang penuh. Penyearah gelombang penuh adalah sistem penyearah yang menyearahkan semua siklus gelombang sinus menggunakan dua blok dioda (satu blok dioda bisa berupa satu atau beberapa dioda yang diparalel) yang bekerja secara komplementer.

c) Rangkaian control charger.



Gambar 7. Rangkain regulator tegangan IC LM338

Rangkaian kontrol charger terdiri dari IC LM338, adalah regulator tegangan positif dengan tiga terminal, masing-masing input, in adjustable dan output. IC ini dapat digunakan untuk regulator tegangan dengan kuat arus 5A dan tegangan antara 1.2V hingga 32V. Rangkaian regulator LM338 dengan 2 resistor untuk mengatur besar tegangan keluaran dari rangkaian.



Gambar 8. Rangkaian pemutus arus dengan diode zener.

Rangkaian gambar 8 adalah rangkaian pemutus arus dengan menggunakan diode zener dan tip 122. Tip 122 ialah power transistor Darlington jenis npn yang berarti rangkain elektronika yang terdiri dari 2 transistor biolar yang tersambung secara seri. Sambungan seperti ini dimaksudkan untuk menguatkan gain, karena proses transistor pertama akan dikuatkan oleh transistor kedua. Keunggulan dari jenis transistor ini ialah hemat ruang dibanding dengan 2 buah transistor dengan skematik yang sama. Proses switching pada transistor ini ialah dengan memberikan penyulutan pada gate dari transistor yang diperoleh dari pemblokiran arus oleh diode zener sehingga memberikan tegangan pada gate transistor.

3.2 PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *charging* (pengisian) baterai *lead acid* dengan menggunakan rangkaian charger yang dapat diubah tegangan pengisiannya. Berikut ditunjukan dalam gambar rangkaian pengujian pengisian baterai lead acid.



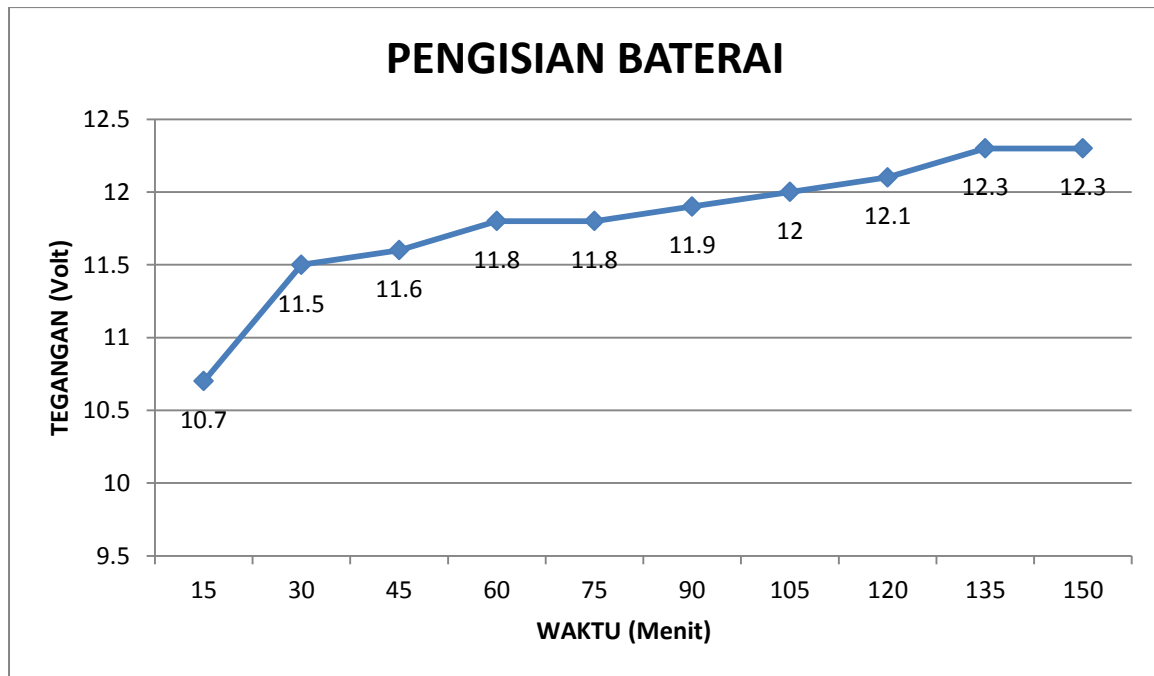
Gambar 9. Pengujian pengisian baterai.

Pengujian kali ini menggunakan rangkaian charger dengan spesifikasi tegangan keluaran pada 12,9 Volt dan Arus maksimal sebesar 5 Ampere dari transformator. Keadaan baterai yang akan diisi pada kondisi tegangan awal 10,2 Volt. Indikator yang diukur dalam pengujian kali ini adalah hubungan antara tegangan pengisian pada baterai dan waktu pengisian energi pada baterai. Berikut adalah data hasil dari pengujian pengisian pada baterai.

Tabel 1. Pengujian pengisian baterai.

No	Menit pengisian ke-	Tegangan (Volt)
1	0	10,2
2	15	10,7
3	30	11,5
4	45	11,6
5	60	11,8
6	75	11,8
7	90	11,9
8	105	12,0
9	120	12,1
10	135	12,3
11	150	12,3

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat diambil analisa bahwa pada siklus pengisian 15 menit pertama mengalami kenaikan yang cukup tinggi sebesar 0,8 Volt. Siklus berikutnya kenaikan tiap menit adalah dalam kisaran 0,1 Volt, dikarenakan pada siklus pertama arus yang masuk cukup tinggi. Titik jenuh pada baterai ialah dalam kisaran tegangan 12.3 Volt, dikarenakan kapasitas dari baterai lead acid sendiri hanya berkisar antara 12 Volt.



Gambar 10. Grafik pengujian pengisian baterai.

Berdasarkan pada grafik gambar 10 dapat diambil analisa bahwa selama proses pengisian seiring berjalannya waktu maka tegangan ikut naik dari kondisi awal baterai 10,7 Volt sampai 12,3 Volt, ini karena titik jenuh baterai pada kisaran 12,3 Volt jadi pemotongan otomatis pada tegangan 12,3 Volt dengan setingan tegangan input 12,9 Volt.

4. PENUTUP

Perancangan sistem pengisian baterai ini sebenarnya sama dengan pada umumnya. pengisian ini menggunakan transformator sebagai penurun tegangan, diode sebagai penyearah, regulator sebagai pengendali tegangan dan kapasitor sebagai penyaring tegangan keluaran. Banyak faktor yang mempengaruhi dari proses pengisian baterai itu sendiri diantaranya adalah arus maksimal yang dapat disalurkan dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian pengisian baterai. Perancangan sistem ini menggunakan kapasitas arus maksimal yang tinggi sebesar 5A dan lm338k regulator yang dapat mengeluarkan tegangan yang bervariasi.

Pengujian alat ini dilakukan dengan pengisian pada baterai yang kapasitasnya 12 Volt 7Ah. Tegangan masukkan pada baterai sebesar 12,9 Volt, pengisian ini dilakukan selama 2,5 jam dengan tiap 15 menit dilakukan pengecekan pada indikator tegangan. Pengecekan pada menit pertama mengisi tegangan pada baterai 0,8 Volt dan pada menit berikutnya menghasilkan tegangan kenaikan yang kosten berkisar antara 0,1 samaai 0,2 Volt. Dikarenakan pada pengisian pertama arus yang masuk cukup tinggi namun ketika mendekati titik jenuh baterai maka arus akan mengecil seiring terisi penuhnya baterai.

Penulis berharap pada perancangan alat berikutnya dapat dikembangkan dan disepurnakan kembali agar kinerja alat mampu lebih cepat dalam pengisian baterai. Tegangan keluaran yang lebih besar dan kapasitas arus yang lebih besar. Alat ini hanya mampu memeberikan arus maksimal yang kecil sebesar 5A dan tegangan keluaran 17,5.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terima kasih sebesar besarnya kepada semua pihak yang memberikan dukungan serta saran yang membangun semangat sehingga penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih ini penlis ucapkan kepada :

1. Kepada ALLAH SAW yang memberikan rahmat-NYA dan karnuia-NYA
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan dorongan dan do'a sehinnga terselesaikannya tugas akhir ini
3. Bapak Umar, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Aris Budiman, S.T., M.T. selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dosen teknik elektro yang senantiasa memberikan dukngan dan ilmu yang bermanfaat
6. Teman teman angkatan 2013 terutama agus elco dan rizki fadhilah yang menemani tiap malam guna menyelesaaiakn tugas akhir ini.
7. Dendy pratama dan denisson arif hakim yang selalu memberikan masukan dan semangat
8. Khusnul farida sari menjadi semangat dalam mengerjakan tugas akhir
9. Oli yag menjadi teman di rumah saat mengerjakan laporan
10. Anggota komunitas KMTE ROBOT RESEARCH
11. Seluruh pihak yang ikut serta membantu dan mendukung dalam pengerjaan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawan, Aurino P, dkk. Sistem Pengisian Batteray Lead Acid Secara Adaptive. Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya.
- Andri, Helly. (2010). "Rancang Bangun System Battery Charging Automatic". Skripsi Jurusan Teknik Elektro. Depok. Universitas Indonesia.
- Butterworth Heinemann. (1998). Rechargeable Batteries Applicaitons Handbook. Washington. Gates Energy Product.
- Krishnamurthy, V, dkk. (2014). Automatic Battery Charger. Student(M-tech), Electronics Design Technology, NIELIT, Aurangabad, India. Aurangabad.
- Menhb, Ashraf, dkk. (0). Desigh and Develomen of Insan ower Slay. Department of Physics, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka. Savar.
- Texas Instruments. (2013). LM138/LM338 5 Amp Adjustable Regulators. Texas. Texas Instruments Incorporated.